

MONITORIZAÇÃO DA TEMPERATURA DO COBERTO EM DUAS CASTAS DE VIDEIRA: UMA FERRAMENTA PARA COMPARAR GENÓTIPOS E OPTIMIZAR A REGA DEFICITÁRIA?

J. M. COSTA^{1,2}, R. EGIPTO², I. GARCIA-TEJERO^{1,3}, M. VAZ⁴, C.M. LOPES², M. CHAVES¹

RESUMO

A viticultura mediterrânica enfrenta desafios crescentes relacionados com as alterações climáticas, com recursos hídricos escassos ou de menor qualidade e com maiores exigências de sustentabilidade por parte dos “stakeholders”. Neste domínio, o uso sustentável da água deverá ser uma prioridade nas regiões semi-áridas. Para tal é necessário compreender melhor a fisiologia da videira e a sua resposta ao stress hídrico e térmico, e assegurar a monitorização rápida e eficiente da condição das culturas. A temperatura do coberto (T_c) é um indicador do estado hídrico e do comportamento estomático das plantas. A termografia permite a determinação remota de T_c no campo e visualizar a distribuição das temperaturas em diferentes zonas do coberto (e do solo). A nossa hipótese é a de que padrões diurnos de T_c podem revelar diferenças entre castas em termos das estratégias de controlo estomático/regulação da perda de água e calor. Desta forma monitorizámos o curso diário e sazonal da T_c em duas castas de *V. vinifera* Aragonez (syn. Tempranillo) (ARA) e Touriga Nacional (TOU) sujeitas a rega deficitária em condições Mediterrânicas (Reguengos de Monsaraz, Alentejo). As medições de T_c foram complementadas pela medição do potencial hídrico, fotossíntese e transpiração, clorofila e parâmetros agrónomicos. As medições decorreram ao longo de diferentes estados fenológicos: i) Maio/meados de Junho (vingamento-bago ervilha), ii) meados de Julho (pintor), iii) início de Agosto (meia maturação) e iv) meados e fim de Agosto (antes da colheita). As correlações da T_c (14-17h) com a condutância estomática (gs) e o potencial hídrico (ψ) foram mais robustas em condições/anos de maior stress. A ARA revelou a tendência para potenciais mais negativos, que pode estar relacionado com uma maior área foliar comparativamente à TOU. Todavia as correlações entre parâmetros eco-fisiológicos (ψ , gs) e a T_c mantiveram-se idênticas nas duas castas sugerindo que, para os níveis de stress hídrico imposto não se observaram diferenças entre castas na T_c e nas trocas gasosas. Estratégias de optimização do uso da termografia para monitorizar plantas e solo em condições de campo são discutidas numa perspectiva de optimização do uso sustentável da água.

Palavras-chave: termografia, arrefecimento evaporativo, stresse hídrico, fenotipagem, uso sustentável da água.

¹ LEM-ITQB, Universidade Nova de Lisboa, Apartado 127, 2780-901 Oeiras, Portugal

² LEAF, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa, Portugal

³ IFAPA Centro ‘Las Torres-Tomejil’. Ctra. Sevilla-Cazalla, km. 12,2. 41,200. Alcalá del Río. Sevilla

⁴ Departamento de Biologia, Escola de Ciências e Tecnologia, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrânicas (ICAAM), Universidade de Évora Apartado 94, 7002 – 554 Évora, Portugal

1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso escasso na Europa Mediterrânea e os cenários de alterações climáticas para a região prevêem temperaturas mais elevadas, menor precipitação e eventos climáticos extremos (IPCC, 2013). Mesmo assim a viticultura regada tem vindo a expandir-se rapidamente na Europa do Mediterrâneo, incluindo Portugal e Espanha impondo maior pressão sobre os recursos hídricos locais/regionais (COSTA *et al.*, 2016).

Por outro lado a fileira da vinha e do vinho deve considerar as preocupações e exigências crescentes dos “stakeholders” quanto à sustentabilidade ambiental da produção água de rega é uma prioridade, em especial em regiões áridas como é o caso da bacia do Mediterrâneo. Para além disso, situações de seca severas, associadas ao risco crescente de ondas de calor mais frequentes e de maior duração (IPCC, 2013; LOPES *et al.*, 2014) tendem a afectar severamente o sul da Europa e podem mesmo condicionar a longevidade e produtividade da videira (CHAVES *et al.*, 2010).

Uma melhor compreensão das respostas da videira ao stress hídrico e térmico, do efeito do genótipo/casta na resposta ao stress, conjugado com uma monitorização mais robusta da cultura, ajudará a otimizar a gestão da rega na viticultura do Mediterrâneo e a mitigar os efeitos negativos das mudanças climáticas (CHAVES *et al.*, 2010; BOTA *et al.*, 2016; COSTA *et al.*, 2012; 2016) bem como os problemas decorrentes da grande variação interanual das condições climáticas típicas do clima Mediterrânico.

A temperatura do coberto (T_c) é considerada um indicador do estado hídrico e do comportamento estomático das plantas. Plantas em stress hídrico têm os estomas mais fechados, transpiram menos e apresentam temperaturas de folhas e coberto mais elevadas que as plantas em conforto hídrico. A termografia permite a determinação remota da T_c e a visualização da distribuição das temperaturas no coberto e também do solo, o que é uma vantagem em termos da monitorização de culturas ao ar livre (JONES e VAUGHAN, 2010; COSTA *et al.*, 2013).

Como forma de avaliar o estado hídrico das videiras e de comparar diferentes castas em termos da sua resposta ao stress hídrico moderado medimos o curso diário e sazonal da T_c e, paralelamente, o potencial hídrico foliar e as trocas gasosas em duas castas tintas economicamente relevantes em Portugal e cultivadas em condições de rega deficitária num clima tipicamente mediterrânico.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio decorreu em Reguengos de Monsaraz (Alentejo), 38°22' N 7°33' W, numa vinha de 11 anos de idade, das castas Touriga Nacional (TOU) e Aragonez (ARA), enxertadas no porta-enxerto 1103 Paulsen. A vinha, de compasso 3 x 1.5 m, estava conduzida em monopiano vertical ascendente e podada em Cordão Royat bilateral, com 15 a 16 olhos por videira (33-35,000 olhos/ha).

O solo é do tipo franco-arenoso a franco-argilo-limoso (pH = 7-7,6 e com baixo teor em matéria orgânica e alto teor em P_2O_5 e K_2O).

As videiras foram sujeitas a dois tratamentos de rega: (i) “*Sustainable Deficit Irrigation*” (SDI) - frequência de uma rega por semana, com início ao bago de ervilha, com uma dotação de cerca de 30% da ET_c, de acordo com a estratégia do produtor, em todo o ciclo vegetativo; e (ii) “*Regulated Deficit Irrigation*” (RDI) - frequência variável em função do estado hídrico da videira e do seu estado fenológico, com uma dotação de 50% da dotação de SDI em 2013 e 65% em 2014 e 2015, sendo as videiras submetidas a déficit hídrico numa primeira fase, do bago de ervilha ao pintor e a um stresse mais intenso no período de maturação. Mediram-se os cursos diários (entre as 8:00 e as 20:00h, a cada 2-3h) do potencial de água na folha (Ψ_{leaf}), da temperatura do coberto (T_c) e das trocas gasosas ao nível da folha (condutância estomática - g_s e taxa de fotossíntese líquida - A_n) ao longo dos três anos de ensaio. A T_c foi medida no lado exposto do coberto vegetal recorrendo ao uso de termografia (Flir SC660 e B20, Flir Systems, 7-13 mm, $\epsilon = 0,96$). As imagens térmicas foram seguidas de imagens RGB da mesma secção do coberto e solo para facilitar a posterior análise das imagens térmicas. Mediram-se as trocas gasosas ao nível da folha individual com recurso a um medidor portátil (Licor 6400, Licor, EUA). Foram também medidos os teores em clorofila das folhas. O delineamento experimental consistiu em blocos casualizados (2 estratégias de rega, 4 repetições). Foram determinadas as correlações de Pearson entre as variáveis (T_c, g_s, Ψ_{pd} , Ψ_{leaf}) com recurso ao programa Statistix 9.0.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Condições climáticas e necessidades de rega

A variação inter-anual das condições climáticas foi acentuada. Apesar da radiação solar se ter mantido a níveis idênticos nos três anos de ensaio, os anos de 2013 e 2015 foram os mais quentes (T_{media} e T_{max}) (Quadro 1), sendo que 2015 foi o mais seco dos três e exigiu um período mais longo de rega e um maior volume de água (Quadro 1). O ano de 2014, além de mais chuvoso, apresentou também um VPD e temperaturas do ar inferiores que resultaram na menor ET₀ cumulativa dos três anos. (Quadro 1). Como resultado, os volumes de rega apresentaram uma variação expressiva nos três anos, entre um mínimo de 67 mm em 2014 e um máximo de 163 mm em 2015.

Quadro 1. Temperaturas médias do ar (média e máxima), precipitação, ET₀ e volume de água de rega usado no triénio 2013-2015.

ANO	T _{Média} / T _{Max} (Jun - Ago) (°C)	Precipitação (fase dormência) (Oct - Feb) (mm)	Precipitação (fase crescimento) (Mar - Ago) (mm)	ET ₀ cumulativo (Mar - Ago) (mm)	Rega SDI (Jun - Ago) (mm)
2013	24.5/34.3	308	255	820	112
2014	23.2/32.8	321	157	776	67
2015	24.9/34.6	288	95	940	163

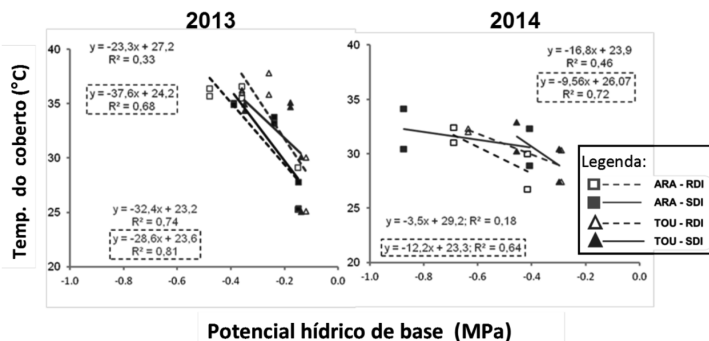
3.2. Variação diária e sazonal do estado hídrico das plantas, Tc e trocas gasosas

A casta Aragonez (ARA) mostrou a tendência para um potencial de base mais baixo que a Touriga Nacional (TOU) o que pode estar relacionado com a maior área total do coberto e, consequentemente, com maiores perdas de água por via transpiratória. Por exemplo, em 2014 a casta ARA tinha cerca de mais 1 m^2 de área foliar total/videira comparativamente à casta TOU.

Condições de temperatura do ar extremas e baixos valores de humidade atmosférica (elevada demanda atmosférica) resultaram em temperaturas do coberto vários graus acima da temperatura do ar, e cerca de 3 a 8°C acima dos valores considerados óptimos para a actividade fotossintética da videira (25-30°C) (GREER, 2012).

Os nossos resultados da Tc mostraram uma correlação inversa e significativa com a condutância estomática ao vapor de água e com o potencial hídrico foliar de base (Fig. 1) sendo que estas correlações foram mais significativas em anos de maior stresse (ex. mais em 2013 que em 2014).

Figura 1. Relação entre a temperatura da face exposta do coberto vegetal (°C) e o potencial hídrico foliar de base (MPa) para as duas variedades (ARA e TOU) medidas em 2013 e 2014 quando sujeitas a duas estratégias de rega deficitária (RDI e SDI). A Tc foi medida entre as 14 e as 17h com uma câmara térmica (Ver M&M).



4. CONCLUSÕES

Em suma podemos retirar as seguintes conclusões:

- Variação climática acentuada nos três anos de ensaio demonstrando a típica variabilidade do clima Mediterrânico que resulta numa variação interanual pronunciada em termos de dotação de rega;
- A correlação negativa entre o Ψ e a Tc, demonstra que a Tc é um bom indicador do estado hídrico da videira. Todavia, os nossos resultados mostram

também grande variabilidade inter anual nas correlações obtidas, o que é motivado pela variabilidade nas condições climáticas (Tar, VPD, precipitação). O ano de 2013, foi mais stressante que 2014, e gerou correlações mais significativas que as observadas em 2014 (dados não apresentados). Para além disso não foi possível observar diferenças entre castas em termos da temperatura do coberto.

- A temperatura do coberto correlacionou-se negativamente com o potencial hídrico de base e com a gs, mas também com o potencial foliar medido entre as 14 e as 17h. A variabilidade climática inter-anual fez variar a correlação entre a Tc e os parâmetros eco- fisiológicos. No entanto, não se observaram diferenças entre castas para a Tc e trocas gasosas nas condições de stress hídrico do ensaio ($-0.2 < \Psi_{pd} < -0.5 \text{ MPa}$).

AGRADECIMENTOS

JM Costa teve uma bolsa da Fundação Para a Ciência e Tecnologia (SFRH/BPD/93334/2013). Agradecemos à Herdade do Esporão a disponibilização de parcelas de vinha e todo o apoio prestado na execução dos nossos trabalhos. O trabalho aqui apresentado foi financiado pelo projecto europeu INNOVINE (EU Seventh Framework Programme for research, technological development and demonstration under grant agreement n° 311775).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bota J et al. (2016) Differences among grapevine cultivars in their stomatal behavior and water use efficiency under progressive water stress. *Agric Water Manag.* doi: 10.1016/j.agwat.2015.07.016
- Costa JM et al. (2012) Grapevine varieties exhibiting differences in stomatal response to water deficit. *Funct Plant Biol* 39:179. doi: 10.1071/FP11156
- Costa JM et al. (2016) Modern viticulture in southern Europe: Vulnerabilities and strategies for adaptation to water scarcity. *Agric Water Manag.*, 164: 5-18.
- Gerling (2015). *Environmentally Sustainable Viticulture: Practices and Practicality*. Apple Academic Press, 424 pp.
- Greer DH (2012). Modelling leaf photosynthetic and transpiration temperature-dependent responses in *Vitis vinifera* cv. Semillon grapevines growing in hot, irrigated vineyard conditions. *AoB Plants* 2012: 13. doi: 10.1093/aobpla/pls009
- IPCC (2013) *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. I Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, First. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA
- Jones HG, Vaughan RA. (2010). *Remote sensing of vegetation: principles, techniques and applications*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Lopes CM, Costa JM, Monteiro A, Egipito R, Tejero I, Chaves MM. 2014. Varietal behavior under water and heat stress. *Proceedings of the 2nd Int. Symp. Exploitation of autochthonous and more common vine varieties*. Oenoviti Int. Network, Geisenheim, 3-5 Nov 2014.